

**МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР**  
**Лаборатория осадочных полезных ископаемых**

---

## **КРАТКИЕ ТЕЗИСЫ**

**ДОКЛАДОВ ПО ВТОРИЧНЫМ ИЗМЕНЕНИЯМ  
ОСАДОЧНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**(заседания состоятся 11—12 мая 1972 г.)**

**Москва 1972**

### ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БОКСИТОВ

При рассмотрении бокситов в месторождениях устанавливается четкая связь вторичных изменений в них от условий захоронения месторождений, и, в первую очередь, от состава перекрывающих пород, тектонического строения месторождения и вод, циркулирующих через толщи осадочных пород.

Изменения осадочных незатронутых метаморфизмом месторождений бокситов идет в двух направлениях. Одно в сторону ухудшения качественных характеристик бокситов – дебокситизация, связанная с каолинизацией, сидеритизацией, шамозитизацией<sup>34</sup>, сульфидизацией, кальцитизацией; другое – в сторону обогащения глиноземом, сюда же можно отнести процесс алунитизации и аллофанизации бокситовых месторождений.

Автором на ряде месторождений бокситов Сибири, Урала, Казахстана и Русской платформы были изучены процессы и минералогическая последовательность их вторичных изменений. На основании различных методов исследования было установлено, что процесс вторичных изменений бокситов является стадийным.

Стадийность отмечается во всех процессах, но выражена везде по-разному. При каолинизации бокситов она характеризуется сложным зональным строением, что наблюдается макроскопически в смене цвета породы.

Неизменный красный бобовый боксит с хорошо выраженной структурой сложен гибситом, каолинитом, гидроокислами и окислами железа, окисью титана и другими терригенными минералами.

Начальная стадия изменения бокситов характеризуется развитием галлуазита с уменьшением содержания железа, при этом бобовая структура боксита начинает исчезать.

26/09/19  
бюд. эксп. лужин

#### Редколлегия:

С. В. Левченко, Е. Т. Бобров, Е. М. Грибов, И. А. Ходак

В следующей стадии изменения наблюдается увеличение галлуазита, каолинита с уменьшением окиси алюминия и железа, здесь же отмечается незначительное уменьшение  $TiO_2$  (до 0,5% от общего количества в породе) и теряется четкость бобовой структуры в боксите.

Третья стадия - это стадия каолинизации боксита. Здесь почти полностью отсутствуют свободные окислы железа и алюминия, происходит дальнейшее уменьшение окиси титана. Бобовая структура, как правило, исчезает, в шлифах вместо четких часто с концентрическим строением оолитов и темных бобовин, наблюдаются лишь серые овальной формы микрочешуйчатого строения участки бывших оолитов и бобовин. В этих серых участках сохраняется незначительное количество  $TiO_2$ . Далее в породе появляется гидрослюдя и хлоритоподобный минерал, развивающийся по каолиниту.

При процессах алюнитизации и сидеритизации так же наблюдается стадийность в изменении минерального состава бокситов, выраженная зональностью, но иного порядка.

Как и при процессах дебокситизации, стадийность и зональность наблюдаются и при обогащении бокситов окислами алюминия,  $TiO_2$  здесь присутствует в количествах равных или же немного больших, чем в исходной породе. При обогащении окисью алюминия структура породы приобретает конкреционное скрытокристаллическое строение.

В бокситах часто наблюдается наложение различных стадий одна на другую, что выражается в более сложных взаимоотношениях минерального состава и цвета породы.

В бокситах, подвергнутых вторичным изменениям, автором установлена следующая последовательность минералообразования: гиббсит-галлуазит-каолинит-хлорит. В породе эта последовательность выражена сменой ее цвета - красный, малиновый,

светло-серый, серый, иногда с зеленоватым оттенком.

К.Н.Трубина

### ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

В нижнекаменноугольных отложениях Припятского прогиба широко развиты вторичные процессы, особенно постседиментационная карбонатизация, сопровождающаяся доломитизацией и кальцитизацией глин, а также давсонитизацией и ангидритизацией бокситов. Мы коснемся лишь давсонитизации и ангидритизации бокситов.

Давсонитизация осадочных пород, а тем более бокситов, явление малоизвестное в отечественной и зарубежной литературе, как и сам давсонит. Сущность процесса давсонитизации заключается в том, что бокситовое тонкоагрегатное вещество бемит-гиббситового состава замещается давсонитом состава  $Mg_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2CO_2 \cdot 2H_2O$ .

С процессом давсонитизации связано образование нового вида алюминиевого полезного ископаемого. Поэтому данные исследования представляют особый интерес, в частности для вопросов: могут ли давсонитизироваться обычные глины? Обогащает или разубоживает давсонитизация бокситы?

Ангидритизация бокситов происходит параллельно с давсонитизацией сидеритизированного боксита в глубоких частях Припятского прогиба на глубине 1200 м. Выше, в пределах солянокупольных поднятий на глубинах 450 м, происходит только давсонитизация без сопровождения ангидритом.

Давсонитизация и ангидритизация бокситов Припятского прогиба обязаны своим происхождением миграции вод, обогащенных натрием. Хлор-натриевый тип вод, господствующий в

нижнекаменноугольных осадках, установлен здесь над верхней девонской соленосной толщей.

Исследованный материал позволяет сделать выводы, что давсонитизации активно подвергаются только бокситы; в глинах этот процесс слабо развит. Решение вопроса, образуется ли давсонитовые алюминиевые полезные ископаемые за счет вторичного изменения глин, требует дополнительных исследований.

Ф.С.Ульмасвай

#### ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БОКСИТОВЫХ ПОРОД СЕВЕРО-ОНЕЖСКОГО РАЙОНА

Северо-Онежский бокситовый район располагается на склонах Ветреного пояса юго-восточной окраины Балтийского щита. Бокситы здесь приурочены к низам каменноугольных отложений. Строение их большей части обломочное. Бокситовые породы сложены каолинитом, бемитом, гиббситом, в незначительном количестве присутствуют гидрослюды и хлорит. Вторичные процессы характеризуются изменением минерального состава пород - гиббситизации, каолинизации, карбонатизации, анальцимизации, и изменениям структур пород.

Наиболее ранним является процесс образования анальцима. Он развит в нижних частях бокситовой толщи, проявляясь в образовании сферолитов анальцима. Размер сферолитов 1-2 мм, в центральных частях их обычно находятся окатыши ожелезненных глин каолинового состава. Образование сферолитов анальцима происходило в стадию диагенеза. В более поздние этапы, под влиянием нагрузки происходила механическая деформация обломков и сферолитов с возникновением конформных структур.

Наряду с этим происходило и дальнейшее изменение минерального состава пород - гиббситизация. Гиббсит развивается по бемиту, замещая его в обломках.

Карбонат - анкерит преимущественно замещает в породе: анальцим, каолинит, бемит, гиббсит. Вторичный каолинит замещает анальцим, бемит, гиббсит. При замещении анальцима возникают псевдоморфозы каолинита по сферолитам, которые впоследствии разрастаясь захватывают соседние участки, и в породе возникают крупные белые включения каолинита.

Таким образом большая часть вторичных процессов в бокситовых породах Северо-Онежского района приводит к ухудшению качества бокситов как полезного ископаемого.

Е.М.Грибов

#### КАРБОНАТНЫЕ МАРГАНЦЕВЫЕ РУДЫ И ВМЕЩАЮЩИЕ ПОРОДЫ ЗАПАДНОГО ПРИУРАЛЬЯ И ИХ ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ (на примере Улутелякского месторождения)

Улутелякское месторождение расположено в краевой части Русской платформы. Формирование руд происходило в условиях спокойной тектонической обстановки. Магматические, гидротермальные и метаморфические процессы не воздействовали на рудоносные породы месторождения.

Первичные марганцевые руды Улутелякского месторождения представлены карбонатным типом руд, главными минералами которых являются сложные карбонаты кальция, марганца и магния.

Руды месторождения в процессе эпигенеза претерпели очень слабую перекристаллизацию. Более отчетливо проявился процесс образования сульфидов и сульфатов.

В эпигенезе образовался сульфид железа, пирит; он представлен редкой и мелкой вкрапленностью монокристаллов

кубической формы и реже линзами и нитевидными прожилками. Линзы и прожилки пирита чаще всего секут слоистость; встречаются и послойные.

Самым примечательным в процессе эпигенеза здесь является образование сульфида марганца - алабандина. Известные до сих пор находки сульфидов марганца главным образом относятся к образованиям, связанным с воздействием гидротермальной деятельности и интрузии. Это первая находка в Советском Союзе сульфида марганца - алабандина, образование которого не связано с явлением эндогенных процессов и метаморфизмом. Образование алабандина в рудах Улутелякского месторождения происходило в эпигенезе путем замещения зерен марганцевосодержащих карбонатов. Образование же сероводорода могло проходить при микробиологическом восстановлении сульфатов кунгурской толщи под влиянием углеводородов нефти.

В участках перекристаллизации и в пустотах отмечаются скопления целестина и флюорита. В рудах и вмещающих породах отмечаются прожилки прозрачного гипса мощностью менее 1 мм, образовавшихся в эпигенезе.

Е.М.Грибов

#### ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МАРГАНЦЕВЫХ РУД И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗЕРАВШАНСКОГО ХРЕБТА

Первичные карбонатные марганцевые руды Тахтакарачинского и Дауташского месторождений Зеравшанского хребта образовались в начальную стадию геосинклинального развития региона и в процессе дальнейшей активной тектонической и эндогенной деятельности претерпели значительные изменения.

Главными минералами первичных марганцевых руд месторождений Зеравшанского хребта являлись карбонаты кальция и марганца из непрерывного изоморфного ряда кальцит-родохрозит-

-сидерит.

На примере марганцевых месторождений Дауташ и Тахтакарача, расположенных на различных расстояниях от Каратюбинского массива гранитоидов, прослеживается поэтапное преобразование пород и руд в процессе регионального и контактного метаморфизма.

Тахтакарачинское месторождение расположено на расстоянии 2 км от ближайших выходов интрузивных пород, поэтому влияние контактного метаморфизма здесь ослаблено и практически не проявляется. Петрографическое изучение пород и руд показало, что известняковые породы подверглись мраморизации, углистое вещество в них графитизировано, обломки кварца слабо перекристаллизованы, в марганец- и железосодержащих разностях образовались спессартин и марганцовистый стильпномелан типа парсеттенсита, пелитовые породы превращены в мусковито-хлорито-кремнистые сланцы с характерной ассоциацией минералов: гидрослюдя-мусковит-хлорит-стильпномелан-кварц. Для этих пород характерно присутствие сульфидов. Ассоциация новообразованных минералов в осадочных породах региона указывает на проявление начальной стадии метаморфизма, соответствующей фации зеленых сланцев (по Тернеру и Ферхугену, 1961). С проявлением этой фации связано формирование многочисленных жил альпийского типа, представленных прожилками сульфидно-гранато-кальцито-кварцевого состава.

Породы и руды Дауташского месторождения, расположенно-го непосредственно в экзоконтакте с интрузией гранитов, претерпели более значительные изменения, характеризовавшиеся интенсивным формированием новых минералов.

Таблица

Типы пород	Ассоциации минералов
I. Известняковые породы	Кальцит-эпидот-мусковит-хлорит-биотит-сфен-сульфиды.
2. Марганцевые руды и марганецодержащие породы	Родохрозит-родонит (бустамит)-спессартин-мусковит-хлорит-биотит-эпидот-сфен-сульфиды Ре и Mn.
3. Слюдисто-кремнистые породы	Кварц-альбит-калиевый полевой шпат-тремолит-эпидот-сфен-гранат-стильномелан-магнетит.
4. Песчаники	Кварц-хлорит-биотит-стильномелан-эпидот-сфен-сульфиды.

Ассоциации новообразованных минералов в породах и рудах Дауташского месторождения свидетельствуют о наложении kontaktового метаморфизма на региональный. В них образовался целый ряд новых минералов (родонит-бустамит-волластонит-тремолит-биотит-спессартин-эпидот и некоторые другие), которые характерны для альбита-эпидотово-рогоовиковой и отчасти роговообманково-рогоовиковой фаций kontaktового метаморфизма.

Е.М.Грибов, Ю.А.Ходак

ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ РУД И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД КАРАЖАЛЬСКОЙ ФОРМАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Каражальская кремнисто-сланцево-известняковая формация фамена субплатформы Ц.Казахстана слагает Джайлыминскую

мульду, протяженностью до 300 км, при ширине в 20 км. Породы и руды мульды, особенно у бортов, существенно складчаты, падают к центру мульды с углами 40-70°, они существенно уплотнены и раскристаллизованы.

Основная масса формации сложена кремнисто-известняковыми мелко- и среднекристаллическими породами; близ же бортов мульды широко развиты кремнистые породы и железо-марганцевые руды, местами их подстилают более тонкокристаллические, тонкослоистые глинисто-кремнисто-известняковые породы, вмещающие генетически связанные с ними послойные свинцово-цинковые руды (Шерба, 1964, Ходак, Грибов и др., 1966). Породы и руды подверглись значительным вторичным эпигенетическим изменениям.

Исходя из характера раскристаллизации развитых в формации глинистых минералов, кварца, халцедона и др. породы и руды могут соответствовать хлоритовой и серицитовой зонам эпигенеза кембрия Малого Хингана, зонам хлорито-кварцевого цемента и кварцитовидных структур мезозоя-верхней перми Верхоянского прогиба А.Г.Коссовской и В.Д.Шутова (1956), 2-й зоне прогрессивного эпигенеза карбона Донбасса Н.В.Логвиненко (1956). Породы и руды обычно сохраняют свои седиментационные структуры и текстуры.

Комплекс новообразованных эпигенетических минералов пород следующий: кальцит, кварц, халцедон, гематит, сидерит, магнетит, пирит, марказит, мельниковит, граунит, гаусманит, родохрозит, сфалерит, галенит, пиротин, халькопирит, арсенопирит, бариты, ангидрит, гипс, серицит, хлориты, графит, монтмориллониты, гидрослюды. Железные руды представлены гематитовыми, магнетитовыми, хлорито-

сидеритовыми разностями, марганцевые - браунитовыми, гаусманитовыми, карбонатными, полиметаллические - сфалерито-галенитовыми.

Формация характеризуется развитием последующих наложенных на сформировавшиеся уже породы и руды вторичных изменений, проявлявшихся в воздействии на породы, а особенно на марганцевые руды, прорывающих их даек порфиритов и диабазов, у контакта с которыми последние превращены в якобситовые разности с мощностью оторочек до 1,5 м. Местами развиты послойные и секущие жилы, сложенные баритом, обычно с гематитом, мощностью до нескольких метров (Каражал, Бестюбе, Джайрем и др.), иногда ангидритом и гипсом. Эти жилы отражают ход обогащенных сульфатами гидротерм, вызывающих существенные вторичные преобразования руд и пород и отражающихся в образовании пластов и "столов", из барита, ангидрита и гипса.

Следует отметить развитие и процессов поверхностного выветривания, особенно отчетливо проявившихся при окислении железных, а особенно марганцевых руд, при которых первые, их магнетитовые разности превращены в мартитовые; а вторые - в пиролузито-псиломелановые, вернадитовые руды, местами обогащенные барием; широко представлены коломорфные, натечные образования у марганцевых руд, иногда сульфидов железа и полиметаллов.

Характер эпигенетических преобразований фаменских пород и руд каражальской формации обусловлен их возрастом и структурным положением в субплатформенной мульде, а гидротермальные изменения - последующей подвижностью региона. Направленность же преобразования минералов в породах и рудах определяется при этом составом осадков выделенных авторами (1966) фациальных типов отложений, в том числе

и рудных: железных, марганцевых, свинцово-цинковых.

Е.М.Харлова

#### ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МАРГАНЦЕВЫХ РУД ПРИБАЙКАЛЬЯ

Марганцевые рудопроявления Восточного Прибайкалья приурочены к краевой части позднепротерозойско-раннекембрийской миогеосинклинали. Изученные нами рудопроявления расположены в районе Морского хребта (Бурлинское и Усутайское) и в районе Северо-Байкальского нагорья (Олдакитское).

На марганцеворудных проявлениях Морского хребта развиты верхнепротерозойские метаморфизованные породы итанинской свиты: сланцы, песчаники, кварциты, известняки, доломиты, основные и средние эфузивы, роль которых возрастает к северо-востоку.

Образование пород и руд происходило здесь, видимо, в прибрежной части морского бассейна. Первоначальный осадок состоял из терригенных продуктов выветривания (главным образом, кварца, гидрослюд, каолинита), экспандационной кремнекислоты, марганцевых и карбонатных соединений, небольшого количества лав андезито-базальтового состава. В диагенетическую стадию возникли олигомиктовые кварцевые песчаники с маломощными прослоями марганценосных глинистых и опало-карбонатных пород. В нижнепалеозойское время произошло внедрение Витимканского интрузивного комплекса, что вызвало контактовый метаморфизм пород, выразившийся в их ороговиковании и образовании силикатных марганцевых руд. Первичный состав руд был, видимо, опало-карбонатный. При метаморфизме опал целиком или в значительной степени исчезает; составляющий его кремнезем соединяется с основаниями ( $MnO$ ,  $CaO$  и др.), образуя различные силикаты (гранат, родонит). Есть основания также полагать, что и карбонаты марганца

при метаморфизме превращаются в силикаты (Пустовалов, 1956).

Район Усутайского рудопроявления сложен метаморфизованными эфузивно-осадочными породами (роговиками), со специфической роговиковой, иногда гранобластовой структурой. Для них очень типично взаимное прорастание минералов, когда один минерал присутствует как в крупных выделениях, включающих вrostки другого минерала, так и в мелких зернах, включенных в другие минералы. Так, зерна граната и родонита прорастают кварцем, зерна кварца прорастают выделениями роговой обманки и т.п. Текстура роговиков массивная, но чаще сланцеватая. Руды марганца сложены гранатом, родонитом, кварцем, роговой обманкой, в меньшей степени биотитом, сульфидами железа, окислами марганца. Все эти вторичные минералы можно подразделить по порядку образования. В первую очередь выделяются кварц и островные силикаты (гранат, родонит). Биотит образует тонкий пленочный цемент вокруг зерен кварца. Роговая обманка служит пойкилитовым цементом для зерен граната; с ней ассоциируют также выделения пирита.

На Олдакитском месторождении марганценосные отложения нижнего кембрия представлены мелкозернистыми песчаниками с прослоями и линзами алевролитов, гравелитов, известняков. В песчаниках среди обломков преобладает кварц, в подчиненном количестве плагиоклазы и кварциты.

Первичный цемент песчаников был, очевидно, кремнисто-глинистым. В стадию эпигенеза происходила кристаллизация вещества цемента в слюды: хлориты, серицит, местами мусковит.

Хлориты образуют пленочный цемент вокруг обломков кварца. Часто можно наблюдать замещение обломков кварца

Часто можно наблюдать замещение обломков кварца хлоритом. Иногда оно носит локальный характер, иногда хлорит почти целиком замещает кварц. Избыток железа, содержащийся в хлорите, выделяется в виде пирита, образующего точечные скопления или кубические кристаллики размером от 0,05 до 0,2 мм в центре выделений хлорита. Нередко можно заметить разбухание, расщепление пластинок хлорита и слюд на отдельные волокна (Коссовская и Шутов, 1956). Впоследствии цемент был в различной степени замещен выделениями кальцита. Последний образует крупнокристаллические агрегаты, часто с правильными очертаниями зерен.

Изменения кластических минералов. Наряду с обломками кварца встречаются в небольшом количестве мелкие (0,05 мм) идиоморфные кристаллики новообразованного кварца. В отдельных случаях наблюдается регенерация кварцевых зерен. В общем следует отметить, что кластические минералы почти не изменены вторичными процессами; у плагиоклаза более извилистые, разъединенные контуры обломков, чем у кварца. В прозрачных шлифах гравеллитов можно наблюдать захват кварцевыми гальками кристаллов сфена и цоизита. Очевидно, последние образовались раньше и были захвачены более поздним кварцем. Контуры у таких захваченных кристаллов как бы оплавлены.

Руды марганца - карбонатные, оолитовые. Размер оолитов - 0,01 - 0,2 мм. Центрами кристаллизации оолитов служили крошечные кристаллики карбоната марганца. В стадию эпигенеза произошло заполнение промежутков между оолитами этим же мелкокристаллическим карбонатом.

А.А.Степанов

## ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД МАЛОГО ХИНГАНА

В синийско-нижнекембрийских отложениях Малого Хингана по первично-осадочным железным и железо-марганцевым рудам широко развиты вторичные преобразования.

На территориях, примыкающих к интрузивным образованиям, развивались вторичные контактовые процессы, при которых первичные руды преобразовывались в магнетитовые кварциты, родонито-бустамитовые, родонито-бустамито-магнетитовые руды. Местами проявляются пирит-содержащие разности этих руд.

В зоне окисления происходило изменение этих руд с образованием магнетито-маргитовых, мартито-магнетитовых кварцитов и гематито-псиломелано-браунитовых руд. Сульфиды в этих рудах отсутствуют.

Процессы окисления в общем оказывают благотворное влияние на изменение качества руд: в них уменьшается содержание таких вредных компонентов, как сера, сурьма, висмут и т.д. Уменьшается также содержание кремния и соответственно увеличивается содержание кислорода, что определяет их переход<sup>6</sup> более ценные и более легкоплавкие руды.

Ю.А.Ходак

## ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОРОД И РУД, ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН ЭПИГЕНЕЗА И МЕТАМОРФИЗМА

Существенным аспектом проблемы вторичных изменений осадочных пород и руд является вопрос о стадийности преобразования осадочного вещества при погружении в недра "кремнисто-железной" Земли в процессе эпигенеза и метаморфизма (Пустовалов, 1956, Коссовская и Шутов, 1971,

Ходак, 1955, 1958, 1962, Логвиненко, 1957, 1968 и др.).

Начальный этап эпигенеза отмечается в никопольской глинисто-песчаной формации неогена покрова Украинского щита с сыпучими и уплотненными породами и рудами. Отмечаются солиты, пизолиты, конкреции, новообразованные кальцит, родахрозит, опал, кварц, глауконит, цеолиты, пиролюзит, мanganит. Эта не подверженная дислокациям и вулканализму формация представляет зону первичного обломочного и хемогенного материала раннего эпигенеза, в какой то мере соответствующая для граувакков гейланит-анальцимовой фации А.Г.Коссовской и В.Д.Шутова (1971).

Большой степенью изменения характеризуется каражальская формация, субплатформы девона Ц.Казахстана, сложенная кремнисто-глинисто-известняковыми породами с пластами железо-марганцевых и полиметаллических руд. Формация отражает глубокую (среднюю) стадию прогрессивного эпигенеза, с перекристаллизацией, новообразованными структурами, широким развитием новообразованных хлоритов и гидрослюд по каолинитам и монтмориллонитам, но не дошедшей до стадии широкого и отчетливо проявленного серicitообразования.

Границу среднего и глубинного (позднего) эпигенеза следует проводить по широкому развитию в песчано-глинистых породах процессов укрупнения чешуйки гидрослюд и серicitообразования. Выделение метагенеза, как самостоятельной стадии изменения пород между эпигенезом и метаморфизмом представляется излишним, также и в этом логическим аспекте. На стадии глубинного эпигенеза находится зеленокаменная девонская эффузивно-осадочная эвгеосинклинальная формация Восточного Урала, а также

песчано-карбонатный платформенный горизонтальный покров кембрия на Алданском щите, кембрийско-рифейские миогеосинклинальные толщи Кузнецкого Алатау и сопредельных областей, юга Дальнего Востока, вплоть до Китайско-Корейского щита включительно (Ходак, 1960).

Девон Восточного Урала сильно дислоцирован, подвержен активно динамоэпигенезу с образованием пироксено-полевошпатовых порфиритов, хлорито-сертицитовых сланцев, а также затем регressiveному эпигенезу – зеленокаменному перерождению. Яшмы и руды при этом не изменились столь существенно.

Кембрий Алдана характеризуется широким развитием порового регенерационного, бластового, местами кварцевого и полевошпатового (ортоклазового, микроклинового) цемента и пр. сертицита, разъеданием обломков карбонатами.

Юг Дальнего Востока с хлоритовыми и сертицитовыми сланцами кембрия и синия соответствует хлорито-сертицитовой зоне глубинного эпигенеза, также как и синий щита еще южнее. Ниже лежащие толщи низов синия, среднего-нижнего протерозоя и верхнего архея приурочены к сертицитовой, мусковитовой зонам эпигенеза, биотитовой, ставролито-дистеновой, альмандиновой, силлиманитовой, амфиболитовой (роговообманковой) и двуслюдистой зонам метаморфизма. Резкие скачки изменений пород приурочены к несогласиям и длительным перерывам. Хлорито-сертицитовая зона соответствует хлорито-мусковитовым фациям раннего и позднего метагенеза А.Г.Коссовской и В.Д.Шутова.

Начало метаморфизма проводится по резкому изменению структур, кристаллизации пород, широкому развитию биотита.

Близ прорывающих толщи гранитоидов намечаются зоны

прогрессивного контактового метаморфизма, повторяющихся ниже по разрезу: биотита, гранатов, родонита, тифроита в марганцевых рудах, магнетита, ~~магнитита~~, куммингтонита в железных рудах, tremolita, антигорита, брусила, форстерита, скарнов, иногда диопсида и других пироксенов в доломитовых породах (Алдан, Малый Хинган, Китайско-Корейский щит).

Граница эпигенеза и метаморфизма, проходя по региональному угловому несогласию между рифеем и средним протерозоем (между верхним и нижним неопротозоем Л.И.Салопа, 1970) 1.6–1.7 млрд. лет назад отражает консолидацию структур щита и срединных массивов, завершение геосинклинального режима, внедрение массивов гранитоидов. Рифейско-кембрийские толщи, уже не типично геосинклинальные, слагают прогибы на складчатом основании, с небольшой мощностью платформенного типа на щите.

Таким образом, типично метаморфическими следует считать лишь дорифейские толщи. Более молодые, в том числе и нижнерифейские геосинклинальные породы являются эпигенезированными, хотя и в различной степени. Даже средне-протерозойские (мезо- и нижненеопротерозойские, по Л.И.Салопу) толщи прогибов древних кратонов можно считать сильно эпигенезированными; в них не наблюдается четко выраженной биотитовой, а также альмандиновой зон метаморфизма (раннего, начального).

Сильно складчатые нижнепротерозойские – верхнеархейские толщи (палеопротерозойско-верхнеархейские, по Л.И.Салопу, киватиний верхний – алданий Ю.А.Косыгина и др.) двуслюдистой и роговообманковой зон относятся к глубокому (среднему) метаморфизму. Они характеризуются широким развитием новообразованных текстур в сланцево-песчаных породах, биотита и мусковита, в карбонатных разностях

под воздействием мигматизации гиперстенов, диопсидов чарнокитового типа (развиты на щитах). Эти толщи залегают ниже регионального углового несогласия, к которому приурочены массивы синтектонических гранитоидов с обильными зонами мигматизации краевых зон структур и блоков.

Ниже, подверженные интенсивной ассилиации магматическими продуктами (от кислых до ультраосновных) наблюдаются архейские толщи остова щитов с регионально развитыми диопсидовыми мраморами, гиперстенами, разнообразными эклогитовыми и гранулитовыми породами. Эта стадия относится к глубинному (позднему) метаморфизму.

Прогрессивные преобразования минералов и пород идут на фоне обеднения кислородом, дегазации и обезвоживания, что связано с преобразованием каолинитов, монтмориллонитов и др.минералов в гидрослюды, хлориты, затем в мусковиты, биотиты, амфиболы, пироксены, оливины. Скачки этих изменений отмечаются широким развитием: 1) хлоритов, 2) биотитов, а еще далее 3) пироксенов, соответствующих 1) началу глубинного эпигенеза, 2) началу метаморфизма, 3) началу его глубинной стадии.

Выявление вторичных изменений (прогрессивного и регressiveного ряда), выделение зон эпигенеза и метаморфизма пород и руд обязательно при изучении осадочных толщ, поисках, оценке полезных ископаемых. Оно дает дополнительную важную характеристику толщ и руд. Сравнительный анализ разновозрастных формаций, развитых в различных структурных элементах, позволяет реставрировать фации осаждения, этапы жизни пород и руд, сложенных ими структур.

А.М.Лурье

СТАДИИ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ  
ТИПА МЕДИСТЫХ ПЕСЧАНИКОВ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Эпигенетические формы выделений сульфидов цветных металлов находятся в кажущемся противоречии с осадочным генезисом месторождений. Долгое время это обстоятельство использовалось в качестве аргумента в пользу представлений о гидротермальном происхождении оруденения.

Детальное минералогическое изучение рудных образований, проведенное параллельно с литолого-фациальными исследованиями, позволило в ряде случаев установить связь сульфидной минерализации с определенными этапами формирования вмещающих пород.

На стадии диагенеза осадков возникают гелевые сгустки сульфидного, карбонатно-сульфидного и кремнисто-сульфидного состава (глобулы, конкреции, инкрустации внутренних полостей раковин и послойные скопления). Нередко они несут следы перемыва, происходившего до окончательного захоронения осадков, и долитификационные деформации, предшествовавшие раскристаллизации коллоидов.

Образование гелевых сгустков в песчаниках сопровождается раздвиганием и выталкиванием обломочных зерен. Следы этого процесса сохраняются и в интенсивно измененных кварцитовидных песчаниках с бластопсамитовой структурой.

Последующие стадии рудообразования (позднедиагенетическая и постдиагенетическая) сопровождаются замещением одних сульфидов другими. Порядок замещения находится в соответствии с положением металлов в ряду Шормана. Железо обычно вытесняется медью с образованиями минеральных зон, расположенных концентрически вокруг конкреций пирита, замещенных жалькоzinом.

Новообразованные карбонаты этой стадии отличаются от карбонатов раннедиагенетического происхождения более высоким содержанием железа и марганца.

Погружение осадков в более глубокие слои земной коры сопровождается перекристаллизацией и некоторой перегруппировкой рудного вещества. Существенное значение на этой стадии изменения вмещающих пород имеет диффузия вещества в твердом состоянии (халькопирит-борнитовые срастания типа структур распада твердых растворов) и образование рудных скоплений с противоречивыми взаимоотношениями между минералами.

Возникновение последних структур связано с собирательной кристаллизацией, сопровождающейся захватом одних минералов другими, и с одновременным замещением нестойких минералов более стойкими в изменившихся физико-химических условиях.

Л.П.Листова

#### О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ МИГРАЦИИ И ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ, СВИНЦА И ЦИНКА

Первым этапом формирования многих осадочных месторождений меди, свинца и цинка является хемогенное накопление в осадках этих металлов, поступающих в бассейн седimentации с поверхностными и подземными водами. Условия осаждения металлов и характер образующихся твердых фаз изучены недостаточно, особенно для природных сред сложного состава, таких, как морская вода. Эти данные важны также для понимания диагенетических преобразований металлы содержащих осадков. В связи с этим было предпринято экспериментальное исследование процессов осаждения меди, свинца и цинка из растворов их сульфатов ( $10^{-4}$  м) в различных средах.

При контакте растворов с атмосферой начало осаждения Cu, Pb и Zn относилось соответственно к pH 5,7,

7,15 и 7,70. В близнейтральной среде концентрация меди через 330 суток достигала своего нижнего предела, а свинец и цинк почти полностью сохранялись в растворе. Скорости осаждения весьма малы; в значительной мере они определялись буферностью среды. Свинец и цинк осаждались в виде основных карбонатов, а медь — основных сульфатов — познякита и бронзитита. При pH > 7,1 осуществляется с различной скоростью переход последних в тенорит. В морской воде осадки были представлены атакамитом, церусситом и гидроцинкитом. Скорость осаждения здесь увеличивается. Вместе с тем, растворимость соединений металлов в морской воде возрастает в результате увеличения ионной силы раствора и комплексообразования. Эффективность последнего наибольшая для свинца, образующего в морской воде в основном хлоридные комплексы, тогда как медь связывалась с хлор-ионом в мало-растворимый основной хлорид.

При карбонатном пересыщении морской воды металлы со-осаждались с арагонитом, при чем в результате этого процесса достигалась наибольшая полнота извлечения их из раствора. Эффективность сорбции на сформировавшемся ранее осадке  $\text{CaCO}_3$  значительно меньше. Этот последний играл роль химического осадителя металлов, создавая высокую величину pH равновесного раствора и большую буферную емкость системы.

Из трех металлов в морской воде наиболее подвижен цинк: при pH 8 его остаточная концентрация составляла  $10^{-5}$  м, а свинца и меди — на один порядок величин менее. Отделение Cu от Pb и Zn возможно в близнейтральной среде, соответствующей пресным или разбавленным прибрежным морским водам. В случае одновременного присутствия в растворе сульфатов Cu, Pb и Zn, процесс дифференциации металлов осложняется взаимной адсорбцией при осаждении и проявляется более

отчетливо по мере раскристаллизации осадков.

Эксперименты по осаждению сульфидов проводились в среде, потенциал которой определялся системой  $S^{2-} \rightleftharpoons S^0 + 2e^-$ . По мнению многих исследователей, эта система часто присутствует в природных водах с сероводородным заражением и определяет их окислительно-восстановительное состояние. Были определены условия осаждения сульфидов и равновесные с ними концентрации металлов в морской воде при различных pH. Эти концентрации выше расчетных и для всех 3<sup>X</sup> металлов значительно сближаются между собой.

Результаты экспериментальных работ позволяют уточнить представления о некоторых протекающих в природе процессах осадочного минералообразования и обосновывают ряд объективных закономерностей, обнаруживаемых геологическими наблюдениями, таких, например, как преобладающая приуроченность месторождений и рудопоявлений к отложениям определенного фациального типа и дифференциация металлов.

Г.П.Бондаренко

#### ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ И ФУЛЬВОКИСЛОТ НА МИГРАЦИЮ И ОСАЖДЕНИЕ МЕДИ, СВИНЦА И ЦИНКА ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

Многочисленными исследованиями установлена приуроченность ряда металлов к органическому веществу углей, лигнитов, углистых сланцев. Предложены различные гипотезы относительно этого накопления. Большинство исследователей считает, что концентрация металлов органическим веществом может быть объяснена образованием прочных комплексов между металлами и органическим веществом.

Новые исследования в области геохимии органического вещества показывают перспективность изучения поведения

индивидуальных органических соединений в определенных геохимических условиях. Большой интерес представляют гумусовые кислоты, широко распространенные в природе. Для выяснения роли гуминовых и фульвокислот в процессах миграции и накопления Cu, Pb и Zn в осадочных породах был проведен ряд экспериментов по растворению природных сульфидов (халькозина, галенита и сфалерита) в гумусовых кислотах; по изучению поведения подвижных комплексов Cu, Pb и Zn с гуминовыми и фульвокислотами в зависимости от изменения условий среды (химического состава, pH и Eh). Наблюдения проводились в течение длительного времени (570 суток). Результаты экспериментальных исследований показывают, что гумусовые кислоты ускоряют процесс растворения сульфидов в 8 - 60 раз (в зависимости от исходных pH растворов) по сравнению с водой, за счет образования растворимых металлогорганических комплексов. Изучение остаточного вещества показало, что под воздействием гумусовых кислот не только уменьшалось количество сульфидной Cu, Pb и Zn, одновременно в осадках образовывались несульфидные соединения типа бромантита и азурита, англезита и церуссита, карбоната цинка, а также гуматы и фульваты названных металлов.

Дальнейшие экспериментальные исследования показали, что для миграции Cu, Pb и Zn с гуминовыми кислотами в поверхностных условиях наиболее благоприятны близнейтральные и слабощелочные пресные воды. В среде дистиллированной воды скорость разрушения этих комплексов велика только при кислых первоначальных величинах pH. При исходном pH 6,5 и выше - 90-97% от исходного содержания Cu, Pb и Zn остается в растворе в течение длительного времени (570 суток). В этих условиях в от-

существии органических кислот металлы почти полностью осаждаются. Установлена химическая дифференциация в осаждении  $\text{Cu}$  и  $\text{Pb}$ . Устойчивость растворимых комплексов  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$  и  $\text{Zn}$  с фульвокислотами примерно одинакова и мало зависит от исходных pH растворов. Осадки представлены труднорастворимыми гуматами и фульватами  $\text{Cu}$  и  $\text{Pb}$ , и брошантитом.

В морской воде нормальной солености устойчивость растворимых комплексов резко снижается. Объясняется это эффектом *Floccus* и теорией двойного электрического слоя. Начало разрушения комплексов (как и в дистиллированной воде) относится к кислой среде, однако, оптимальная зона pH их разрушения сдвинута в область щелочных значений pH (7,5 - 9,2). Остаточные концентрации составляют:  $\text{Cu}$  - 3,5%;  $\text{Pb}$  - 9%;  $\text{Zn}$  - 13% от исходного содержания в растворе, т.е. в 5-8 раз меньше, чем в среде дистиллированной воды. Растворимые комплексы  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$  и  $\text{Zn}$  с фульвокислотами более устойчивы в морской воде, чем с гуминовыми кислотами. Химическая дифференциация в осаждении металлов сохраняется.  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$  и  $\text{Zn}$  осаждаются в виде гуматов и фульватов, а также атакамита, гидроцерусита и гидроцинкита. Обращает внимание тот факт, что при всех значениях pH, возможных для природных морских вод, остаточные концентрации для  $\text{Cu}$  - в 30-100 раз, для  $\text{Pb}$  - в 20-30 раз превышают равновесные концентрации их в опытах без участия органических кислот. Из этого следует вывод, что гумусовые кислоты повышают устойчивость  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$  и  $\text{Zn}$ , даже в среде морской воды.

Наибольшему разрушению подвергаются растворимые комплексы  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$  и  $\text{Zn}$  при насыщении морской воды  $\text{H}_2\text{S}$ . Оптимальная зона pH разрушения комплексов лежит в

щелочной области (pH 8,2 - 9,9). Химическая дифференциация металлов отсутствует. В осадках образуются сульфиды и гуматы (фульваты) металлов.

Из приведенных данных вытекает ряд следствий, имеющих геологические значения. Очевидно, что устойчивые в пресной воде растворимые комплексы  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$  и  $\text{Zn}$  с гумусовыми кислотами могут мигрировать с речными и подземными водами в прибрежные морские зоны. Здесь значительная часть их переходит в осадок, особенно в серово-дородной среде.

Т.И.Бузырева, А.А.Степанов

#### ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТИТАНОВЫХ МИНЕРАЛОВ В ДРЕВНИХ РОССЫПЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

В породах верхнего и среднего протерозоя, слагающих центральную часть Башкирского поднятия, развиты древние титаноциркониевые россыпи, по своему составу относимые к нескольким типам осадочно-метаморфических руд, возникших в прибрежно-морских условиях. В результате дальнейших процессов, связанных с тектонической и эндогенной деятельностью, руды и вмещающие породы претерпели значительные изменения.

1. Рудный материал, представленный в основном хорошо окатанными зернами ильменита, ильменито-гематита и ильменито-магнетита в результате вторичных процессов подвергся лейкоксенитации, сопровождавшейся частичным выносом  $\text{TiO}_2$  за пределы обломочных зерен и образованием лейкоксена в цементирующем массе.

2. В результате дальнейшего изменения пород, связанных с процессами термального метаморфизма при приближении к гранитоидам наблюдается постепенные изменения мелкоагрегатных скоплений лейкоксена, выражющиеся в

образовании по ним мелких зерен и агрегатов анатаза, рутила и сфена.

Эти изменения приводят к обогащению рудоносных пород свободным рутилом, что значительно улучшает качество руд.

И.П.Новицкий

### ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ И РУДНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТИТАНА КАНИНО-ТИМАНСКОЙ ЗОНЫ

В разрезах рифея Тимана и полуострова Канин значительная роль принадлежит отложениям сланцевой полосчатой толщи, выходы которой известны во всех крупнейших выступах складчатого фундамента региона. Мощность толщи 2000-4000 м.

Породы сланцевой толщи притерпели региональный динамо-термальный метаморфизм в сравнительно широком диапазоне, от мусковито-хлоритовой фации зеленых сланцев до силлиманитовой зоны альмандин-амфиболитовой фации, что предоставляет сравнительно редкую возможность наблюдать первично-однотипные породы в различных (от сравнительно слабо до интенсивно измененных) модификациях.

Основу строения сланцевой толщи региона составляет двучленный (значительно реже трехчленный) ритм, представляющий собой чередование темных, относительно более тонкозернистых (сланцевых) и светлых, относительно более грубозернистых (кварцитовых) слойков различной мощности, придающие толще характерный полосчатый облик. В зависимости от мощности слойков выделяется полосчатость I-ого, 2-ого, и 3-его порядков.

Полосчатость сланцевой толщи Тимана и полуострова Канин имеет первично-осадочное происхождение и отражает характер первичной слоистости. Возникновение слоистости

в большинстве случаев может быть связано с сезонными изменениями климатической обстановки и периодическим взмучиванием осадка, являющегося следствием тектонической активности региона.

Подчеркивается способность осадочных образований сохранять основные черты первичной слоистости в процессе регионального метаморфизма вплоть до альмандин-амфиболовой фации.

Установлен ряд осадочных пород: глинистые известняки-аргиллиты-алевролиты-песчаники трансформированные в процессе регионального метаморфизма соответственно в скарноиды-высокоглиноземистые сланцы-кварциты.

Отмечается факт преимущественного изменения (перекристаллизации, бластеза) пелитовых прослоев осадочной толщи. Прослои, сложенные грубообломочным материалом, изменяются гораздо слабее и нередко сохраняют в той или иной степени свой первичный состав, структуру и размерность.

Породы сланцевой толщи региона содержат осадочно-метаморфические концентрации титана, в содержаниях близких к клярновым.

Повышенные концентрации титановых минералов приурочены к поверхностям контактов лейко- и меланократовых полос. Максимальные содержания двуокиси титана (1,52%) установлены для меланократовых полосчатых сланцев.

Н.Э.Гернгардт, Е.Д.Надеждина

### ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛОВ В ДРЕВНИХ ТИТАНОВЫХ РОССЫПЯХ ТИМАНА

Северо-восточная окраина Русской платформы - Тимано-Печорская провинция является благоприятным районом для формирования древних россыпей. К востоку от главной тектон

нической оси Тимана в Яргско-Лыайольском своде Ухто-Ижемской брахиантиклинали расположено Яргское титановое месторождение. В ядре Новожиловской куполообразной антиклинальной структуры находится Среднетиманское титановое месторождение.

Рудовмещающими породами являются базальные горизонты среднего девона. Метаморфические сланцы рифея с порфиробластами лейкоксенизированного ильменита являются основными источниками питания россыпей.

Для Яргской россыпи характерно широкое развитие плохосортированных крупно- и грубообломочных пород, что объясняется сравнительно расчлененным рельефом областей сноса и ускоренным процессом седиментации в бассейне с активным гидродинамическим режимом.

В Среднетиманской россыпи преобладают мелкозернистые породы, что говорит о более выравненном рельефе областей питания и замедленной седиментации.

Образование Яргской россыпи происходило в прибрежно-дельтовых, а Среднетиманской – в пляжевых мелководных условиях. Различия в физико-географической обстановке осадконакопления обусловили возникновение различных геохимических фаций, что в дальнейшем определило направление вторичных преобразований осадков.

Восстановительная геохимическая среда в период формирования Яргской россыпи обусловила интенсивную сидеритовую и сульфидную диагенетическую, а в последующие периоды эпигенетическую перекристаллизацию кварца, титансодержащих минералов, циркона, ставролита и других.

Оксидательная геохимическая среда в период формирования Среднетиманской россыпи явилась причиной интенсивного сингенетического окисления пород и неравномерного слабого проявления диагенетических и эпигенетических про-

цессов.

Общая схема вторичных изменений минералов для обеих россыпей одинакова, однако интенсивность диагенетических и эпигенетических процессов в Яргской россыпи значительно выше, чем в Среднетиманской.

Л.И.Горбунова

#### ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФОСФОРИТОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО ОРДОВИКА ПРИБАЛТИКИ

Объектом исследований в данной работе служат слабо сцепментированные породы, представленные алевритами и песками кварцевого состава, уплотненными, содержащими первично-фосфатные створки беззамковых брахиопод, в том числе оболид. Скопления створок образуют местами промышленные месторождения фосфоритовой руды. Наиболее изучены месторождения Кингисеппское, Тоолсе, Маарду.

Ранний диагенез руд этих месторождений характеризуют: глауконит, хемогенный фосфат, карбонаты, сульфиды железа. Из них породообразующими в некоторых прослоях являются лишь карбонаты.

Эпигенез этих руд, характеризуют преимущественно следующие минералы: хемогенный фосфат (цемент, прожилки, сферолиты, инкрustации по зернам), сульфиды железа (цемент, псевдоморфозы по растительным и животным остаткам, друзья, корки, прожилки), карбонаты (цемент, конкреции, прожилки, рассеянные агрегаты), гидрослюды, развитые по обломочным зернам, глинистому веществу; кварц регенерационных оболочек по обломочным зернам и цементе разрастания; халцедон, полевые шпаты регенерационные, гидроокислы железа, гипс (цемент, прожилки, псевдоморфозы по карбонату).

Процессы вторичного минералообразования, наблюда-

мые в изученных породах: избирательное растворение некоторых минералов, осаждение, кристаллизация, окисление и восстановление, привнос и вынос веществ, реакции замещения.

Растворение (коррозия) обычно сопровождается разрастанием зерен (кварц, полевые шпаты). Осаждение из растворов и кристаллизация приводят к цементации (карбонатами, гипсом, кварцем, железистыми соединениями, фосфатом). Окисление уничтожает сульфиды, за счет которых образуются гидроокислы железа, гипс и др. сульфаты. Восстановительная среда наоборот, способствует образованию сульфидов и сохранению органических веществ. В растворенном виде вещества мигрируют по проницаемым породам и вступают во взаимодействие с компонентами породы.

Корродирующие минералы: пирит, гидроокислы железа, карбонаты, гипс, глинистые минералы.

Развитие вторичных минералов в оболовой толще в несцепментированных породах локальное и рассеянное, в сцепментированных - сплошное.

По разрезу и площади вторичные изменения наблюдаются повсеместно, но степень интенсивности их проявления различна. Из типов пород наименьшему изменению подвержены глины, в значительно большей степени изменены алевролиты и песчаники и локально ("точечно") - пески и алевриты. На границах слоев пород вторичные изменения развиты сильнее, например, на контакте оболовых песков с горючими сланцами часто наблюдаются плитообразные конкреции песчаника с пиритовым цементом. Кроме того, благодаря сланцам вся верхняя часть разреза пиритизирована больше, по сравнению с нижней частью.

В основании разреза Кингисеппского месторождения и

разрезах по р. Нарве наблюдается почти сплошная цементация оболовых песков и алевритов доломитом (конкремионные слои). В разрезах к западу от р. Нарвы конкремионных слоев не наблюдалось. В карьерах Кингисеппского месторождения местами присутствуют большие глыбы оболового песчаника с карбонатным цементом. Образование и рост этих огромных конкреций происходит до настоящего времени.

По всем разрезам региона "точечно" распространен кварцевый цемент разрастания и, в связи с этим, мозаично-регенерационные и конформные структуры. Также "точечно" распространен коррозионный цемент прорастания пиритом, карбонатом, гипсом.

Вторичные изменения ухудшают качество фосфоритовой руды (цементация пиритом, гидроокисными соединениями железа, загипсованность, окварцевание, коррозия фосфатных створок). Улучшение промышленных качеств руды происходит лишь в случаях выноса железистых и магнезиальных соединений и при десментации пород.

Таким образом, изучение вторичных изменений в фосфоритоносной толще нижнего ордовика имеет не только научное, но и практическое значение.

В.И.Фоминский  
ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКИХ ФОСФОРИТОВ  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Фосфориты глауконито-кварцевой формации мезозоя претерпевали вторичные изменения в меньшей степени, по сравнению с карбонатными породами. Тем не менее, процессы выщелачивания и замещения приводили к значительному видоизменению первоначальной породы.

Указанные процессы имели место как в главную эпоху горообразования - предпалеогеновое время, так и в перио-

ды частных осушений бассейна альб-сеноманского времени.

Процессы выщелачивания видны на примере базальных галечников. Выветривание галек песчаного фосфорита, особенно первично-диатомитового пористого, сопровождалось выносом фосфата (со снижением содержаний  $P_2O_5$  до 13-17%) и нарушением цементации. За счет этого гальки становились пористыми и легко поддавались раздавливанию. Под воздействием грунтовых вод они разбухали, а при высыхании растрескивались. Подобное изменение отмечено также для фосфоритовой плиты в пределах Брянской и Смоленской областей, особенно для тех участков, где она непосредственно перекрывается сильно гумусированными почвами. Выщелачивание фосфата приводило к разобщению плиты на отдельные блоки и в конечном итоге, к резкому снижению содержаний фосфорного ангидрида. Такие изменения связаны, в основном с процессами протекавшими в четвертичное время.

Для периодов осушения бассейна в альб-сеноманское время отмечается изменение характера поверхностей части галек, обычно покрытой корочкой железистого курсита, выражившейся осветлением последней и приобретением пористости (фарфоровидного облика). Такой же белой корочной покрыты обычно бурые зубы акул в базальном горизонте. И в том и в другом случаях осветление связано с выносом гумусового вещества.

Процессы замещения наблюдались в песчаном меле верхней части сеноманского разреза, вследствие которых имело место частичное или полное замещение карбоната халцедоном. Реликты мела указывают на различные стадии окрепнения. В ряде случаев порода сохранила слабую фосфатацию (3-7%  $P_2O_5$ ) сгусткового типа и реликты галечек песчаного фосфорита.

Вторичные процессы, связанные с отложением гидроокислов железа в песках галечно-гравийных слоев, иногда с частичной или полной цементацией материала в песчанике, отмечены для базальных горизонтов сеномана и альба. Наряду с окислением, отмечается окремнение пород с образованием неправильной формы стяжений маточного халцедона серой или темносерой пятнистой окраски, иногда слабофосфатного (до 3-5%  $P_2O_5$ ).

Таким образом, процесс вторичного изменения фосфоритов глауконито-кварцевой формации альб-сеномана приводил, в основном, к снижению качества руды, что важно учитывать при подсчете запасов. Однако, в иных геохимических условиях при наличии отмеченных замещений возможно, наряду со слабофосфатными породами, ожидать более высокие концентрации вторичных фосфоритов, особенно на участках глубоких (вплоть до сеноманских толщ) размывов предсантоńskiego времени. Этому благоприятствуют значительные скопления галек фосфорита в основании турона (в качестве возможной продуцирующей толщи), а также горизонт песчаного мела (или плита фосфорита) в верхней части сеномана. Имеются примеры такого типа вторичных фосфоритов в карстовых зонах верхней части сенона Курской, Воронежской и Саратовской областей.

В.И.Фоминский, кандидат геолого-разведочных наук

#### ФОСФОРИТЫ ГОРНОЙ ШОРИИ И ИХ ВТОРИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Вторичные изменения пластовых фосфоритов белкинско-го горизонта нижнего кембрия вызваны процессами выщелачивания и замещения при мезо-кайнозойском выветривании.

В регионе наиболее широко распространены фосфориты

остаточного типа, встречающиеся в карстовых воронках. Они представляют собой пористые, кавернозные породы с высоким (до 25-30%) содержанием  $P_2O_5$ . Их образование было связано с выщелачиванием значительной части карбоната доломита, что обусловило обогащение фосфатом характерную для этого типа известковистость.

pH грунтовых вод была довольно высокой и, в целом, не привела к растворению фосфата, что подтверждается наличием высококачественного сырья в поверхностной зоне фосфоритовых месторождений. Тем не менее, частичное растворение имело место, что вызвало проявление соответствующих структурно-текстурных особенностей породы, связанных с перераспределением концентрации фосфата на месте или частичным переотложением ниже зоны выветривания.

Такие преобразования наблюдаются как для вторично-измененной, так и первичной породы.

По-видимому, с ними связан распад молекулы фтор-карбонат-апатита пластовых фосфоритов с новообразованием темно-фиолетового иттрат-иттербийевого флюорита (до 4% от состава фосфорита) и зернышек кальцита (Н.А.Красильникова, Г.И.Бушинский). В зоне выветривания флюорит не наблюдается.

Натечные фосфориты, образование которых связано с процессами замещения, приурочены к карстовым зонам линейного типа распространенным непосредственно ниже белкинского фосфоритоносного горизонта, на контакте его с водорослевыми доломитами западно-сибирской свиты. Среди них очень характерны черные кремнистые породы кварцево-халцедонового состава, содержащие от 5-10 до 35%  $P_2O_5$ , и разновидности с борлитовой и крастификационной структурами, характеризующиеся наиболее высоким содержанием  $P_2O_5$  (до 35-39%) и

очень низким — кремнеземом (2-3%).

Подобного типа продукты коры выветривания, образование которых связывается с метасоматозом, изучены в пределах Рыльского района Курской области на карбонатном субстрате датского яруса верхнего мела в условиях предпaleогенового карста. Несмотря на различные геотектонические обстановки и геологическое время, близкие исходные данные (карбонатный субстрат, однотипные метасоматические процессы и, по-видимому, ряд других условий) привели к одинаковым результатам.

М.С.Пичугин

#### ФОРМЫ ВТОРИЧНОЙ ДОЛОМИТИЗАЦИИ В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Осадочные доломитовые породы, развитые в палеозойских отложениях Русской платформы, формировались в различных фациальных условиях. В отложениях ордовика, силура, верхнего девона и карбона Центрального и Северо-западного районов платформы доломиты встречаются в составе известково-доломитовых и гипсо-доломитовых фациальных комплексов.

Осадочное доломитонакопление приурочивалось к началу трансгрессий и сходила на нет при регрессиях палеозойских эпиплатформенных морей.

Вторичные доломитовые породы играют большую роль в палеозойских отложениях, обнаруживая во многих случаях четкую связь с осадочными доломитами. Наибольшее их развитие приурочено к известково-доломитовым фациальным комплексам. Вторичные доломитовые породы при этом представлены двумя типами: пятнистыми доломитовыми породами, возникшими при частичном замещении известковых осадков и метасоматическими доломитами, образовавшимися в результате полного замещения известкового осадка. В последнем случае обычно

наблюдается непосредственная связь между седиментационными и метасоматическими доломитами, причем последние образуют ореолы доломитизации вблизи пластовых тел седиментационных доломитов.

В формировании вторичных доломитовых пород намечено две стадии развития. На первой стадии замещения развивается одновременно с осаждением доломита за счет диффузии из доломитовых илов в соседние слои известкового ила. На второй стадии доломитизация происходит в период литификации осадков при нарастании концентраций магния в результате уменьшения объема илового раствора при превращении его в поровый раствор.

Характерной особенностью палеозойских доломитовых пород Русской платформы является их переход в мучнистое состояние. Установлено, что дезинтеграции подвержены как вторичные, так и седиментационные доломитовые породы, причем общей предпосылкой в обоих случаях является идиоморфно-зернистая структура доломитовых пород, связанная с кристаллохимическими особенностями минерала доломита.

Анализ геологической обстановки, в которой находятся палеозойские метасоматические доломитовые породы показывает, что их размещение не зависит от рельефа, тектонической структуры или положения уровня грунтовых вод. Вместе с тем химический состав вод приповерхностной зоны земной коры в пределах изученных районов платформы не соответствует составу вод, в которых по экспериментальным геологическим данным возможно доломитообразование.

Установлено, что редкие случаи эпигенетического доломитообразования в гипергенных условиях сопровождаются заметным развитием метасоматической доломитизации.

6. Особый тип метасоматической доломитизации выявлен, в Прибалтике, где в отложениях ордовика и силура имеются многочисленные зоны доломитизации, приуроченные к тектоническим нарушениям и трещиноватости Северо-восточного простираия. Зоны доломитизации в связи с разрывными нарушениями достигают ширины одного километра и прослеживаются на расстояние до 25 км. Проявления доломитизации носят региональный характер и связаны с воздействием на карбонатную толщу ордовика и силура восходящих магнезиальных вод. Доломитизация сопровождается во многих случаях сульфидной минерализацией; в центральных частях доломитовых зон обнаружено значительное участие анкерита, а также признаки деанкеритизации.

М.А.Андрianов

#### О НЕКОТОРЫХ ВТОРИЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ ОРДОВИКА ПРИБАЛТИКИ

В карбонатных породах ордовика Прибалтики вторичные изменения распространены широко и многообразно.

В сообщении отмечаются некоторые процессы, приводящие к изменению структурных и текстурных особенностей породы и образованию новых минералов. К числу таких процессов относятся: доломитизация, раздоломничивание, пиритизация, ожелезнение, образование конкреционных форм доломитовых тел и др.

Доломитизация. а) Образование пятнистых доломитов в ласнамягиском и ухакуском горизонтах среднего ордовика и в меньшей степени в горизонтах нижнего и верхнего ордовика, является результатом воздействия на карбонатный осадок роющих форм организмов, с последующим заполнением от-

верстий осадком более позднего времени, по которому развивались доломиты, пирит, кальцит и другие минералы.

Пятна доломитового и известково-доломитового состава в условиях воздействия на них активных растворов изменяются. Происходит в большей или меньшей степени растворение доломитовой составляющей пятен, приводящее к увеличению пористости породы или образование по ним каверн.

б) Образования более крупных, чем в основной массе, кристаллов доломита и кальцита по тонким трещинкам, а также рост правильных кристаллографических форм доломита и кальцита в крупных кавернах известняков и доломитов (щетки, оторочки, заполнения) началось с момента окаменения и последующего выхода толщи известняков везенбергского горизонта верхнего ордовика на поверхность.

в) Доломитизация известняков на границе взаимодействия с различными водами возможно и имела место в различных горизонтах ордовика. Необходимым условием этого процесса является существование первичной доломитности породы, представленной хотя бы в слабо выраженных минеральных формах.

Степень доломитизации зависит от характера первичной доломитности известняков и состава вод.

г) В условиях длительного воздействия магнезиальных соединений на раковины и их обломки арагонитового состава происходит их взаимодействие и образование доломитов.

Доломитообразование по организмам может проходить целиком по всей массе обломков и раковин или избирательно.

Раздоломничивание происходит в карбонатных породах доломитового или кальцитово-доломитового состава, содержащих в значительной степени распыленный или кристаллический пирит.

Пиритизация. По всему разрезу карбонатных пород ордовика отмечается повышенное содержание пирита, находящегося как в виде первичных форм — зерна, кристаллы, скопления, а также новообразованных, выполняющих трещинки в породе по спайности кристаллов доломита, замещающих раковин и др.

Интересным является пиритизация поверхностей размыва внутри отдельных горизонтов или между ними.

Ожелезнение. Закисное железо, входящее в состав минерального вещества или присутствующее там в виде изоморфной примеси при взаимодействии с активными агентами химического выветривания освобождается и образует окисные формы (ожелезнение доломита, анкерита, пирита, глауконита).

Образование конкреционных форм доломитовых тел в везенбергском горизонте верхнего ордовика связано с кристаллизацией и образованием при этом разных структурных типов: более тонкокристаллических доломитов в центральной части тел с комковатой текстурой и крупнокристаллических — во внешней периферийной зоне с толстослоистой текстурой.

Ю.П.Костин, Л.М.Лурье, В.М.Витовтова, И.Г.Шарова

#### К ВОПРОСУ О КОНЦЕНТРАЦИИ И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИИ ГЕРМАНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ ТОРФОВ И ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ

Содержание германия в ископаемых углях на локальных участках отдельных месторождений превышает кларковое значение для осадочных пород в 500–1000 и более раз. Этими многими исследователями однозначно доказана связь германия с органическим веществом углей за счет химических связей элемента в основном с периферийными группировками макромолекулы углей — потенциальными гуминовыми кислотами.

Сорбция германия органическим веществом, как показали исследования, проведенные авторами на торфяниках Камчатки, начинается на самых ранних стадиях разложения растительного материала в восстановительных условиях.

В тканях растений - торфообразователей германий практически отсутствует. Водорастворимые органические соединения (фульвокислоты), присутствующие, видимо, в форме гидрозоля, связывают 25-40% германия, находящегося в торфе. Гуминовые кислоты, присутствующие видимо, в форме гидрогеля, содержат соответственно - 40-50%.

Преимущественную сорбцию германия органическим веществом на стадиях торфонакопления и раннего диагенеза подтверждают данные о распределении элемента в микрокомпонентах бурых углей одного из германий-угольных месторождений, полученные методом рентгеноспектрального микроанализа (микрозонд). В противовес распространенным представлениям о преимущественной связи германия со структурными элементами гелифицированного вещества углей доказана связь добавляющего количества германия с бесструктурными гелифицированными микрокомпонентами, прошедшими стадию гелификации в более ранний период преобразования органики, чем структурные.

Преобразование органического вещества торfov и ископаемых углей в процессах эпигенеза и метаморфизма направлено на возникновение и рост конденсированных ароматических ядер и уменьшение количества наиболее реакционноспособных периферийных группировок. Как следствие этого однонаправленного процесса, содержание германия в углях по мере их углефикации уменьшается. Массовое опробование углей одного из районов Кузбасса показало, что в углях марки ГЖ среднее содержание германия в расчете на органическую

массу составляет 5,7 г/т, КЖ - 3,0 г/т, К - 0,6 г/т и ОС-СС - 0,4 г/т. В результате обобщения данных по 457 угольным месторождениям Союза получены следующие средние содержания германия (в г/т угля : Б- 8,72, Д-Г - 2,79, К-К - 1,77, ОС-А - 0,31).

Вторичное обогащение углей германием возможно при определенных геологических условиях в зонах окисления угольных пластов. Окислительная деструкция угольного вещества представляет собой стадийный процесс, основной реакцией которого является образование в качестве промежуточного продукта соединений типа гуминовых кислот. Экспериментально доказана возможность образования химических соединений германия с регенерированными в процессе окисления углей гуминовыми кислотами, так же как и адсорбция германия окисленными углями. В зонах окисления пластов некоторых угольных месторождений установлены участки повышенных концентраций германия окисленными углями. В зонах окисления пластов некоторых угольных месторождений установлены участки повышенных концентраций германия в окисленных углях.

Л.М.Лурье, Ю.П.Костин, М.М.Альтгаузен

#### НЕКОТОРЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ПОРОД УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ ОДНОГО ИЗ ГЕРМАНИЙ-УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Изученное месторождение приурочено к одной из мульд крупной депрессии грабен-синклинального типа и представляет собой локальный участок германиевого оруденения углей. Угленосные отложения средне-миоценового возраста, представленные конгломератами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми аргиллитами и содержащие два пласта бурых

углей марки Б<sub>3</sub> мощностью от 0,5 до 13,5 м, с резким угловым несогласием залегают на метаморфизованных осадочных образованиях мезозойского возраста. Угли месторождения полублестящие, полуматовые на 95% сложены микрокомпонентами группы витринита.

В составе угленосной толщи значительное развитие получают вулканогенные образования, представленные прослоями пепловых туфов, туфов липаритов и андезитов, а также линзами бентонитовых глин. Структурной особенностью месторождения является широкое развитие разрывных дислокаций, формирование которых происходило синхронно осадконакоплению и роль которых сказалась в распределении и локализации редкометального оруденения углей.

В пределах участка редкометального оруденения широким развитием пользуются синдиагенетические образования халцедоновидного кварца, сидерита и пирита. Они встречаются в виде глобуль, конкреций и послойных скоплений. Наряду с образованиями мономинерального состава, часто присутствуют конкреции зонального строения, центральная часть которых выполнена пиритом, промежуточная зона слагается халцедоном, а внешняя оторочка — германийсодержащим бесструктурным витринитом (коллинитом).

Вторичные изменения пород выражаются в интенсивном окварцевании, карбонатизации (кальцитизации), цеолитизации и гидрослюдизации. Пространственная приуроченность кальцито-гидрослюдисто-кварцевых и кварцевых метасоматитов к зонам разломов и локальное их развитие во вмещающих породах предполагает их связь с низкотемпературными термами магматогенного происхождения.

Пространственная связь сингенетического кремнезема, продуктов термального метасоматоза и редкометального ору-

денения дает основание предположить генетическую связь германиевого оруденения с постмагматической гидротермальной деятельностью. Германий также как и кремнезем поступил в торфяник с низкотемпературными термальными растворами и сорбировался органическим веществом на стадиях седиментогенеза и диагенеза. Присутствие повышенных концентраций германия в углях и углистых включениях в широком стратиграфическом диапазоне свидетельствует о длительном поступлении германий-содержащих растворов.

Г.А.Беллер

#### К ВОПРОСУ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В МЕТАМОРФИЗОВАННЫХ ПОРОДАХ

Вопрос о геохимических изменениях пород в процессах регионального метаморфизма вряд ли можно считать решенным однозначно. В имеющейся к настоящему времени литературе мы находим различные мнения, сводящиеся к следующим положениям: процессы регионального метаморфизма изохимичны; химический состав пород при метаморфизме изменяется незначительно.

В настоящем сообщении изложена попытка проследить изменчивость количественных соотношений рассеянных элементов в метаморфизованных породах, первичный материал которых относился к осадкам различных гранулометрических классов. Для исследований были взяты рифейские кварциты и сланцы Северного Тимана и Канина Носа (долина реки Черной и ручья Тарханова), измененные главным образом в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма, и архей-протерозойские гнейсы кольской серии из района между-речья Титовка-Западная Лица (Кольский полуостров), метаморфизованные в условиях амфиболитовой фации.

Породы рифея представлены кварцитами, лейкократовыми сланцами и сланцами меланократовыми, слагающими, соответственно, нижнюю, среднюю и верхнюю части разрезов и относящиеся к трем гранулометрическим классам – псаммитам, алевритам и пелитам. Породы кольской серии представлены биотитовыми гнейсами, слагающими низы разреза, вышележащими гранат-биотитовыми гнейсами и перекрывающими их гнейсами силлиманито-гранато-биотитовыми. Восстановление первичного вещества гнейсов показало, что биотитовые гнейсы образовались в результате метаморфизма алевро-псаммитового материала, пелито-алевриты дали начало гнейсам гранат-биотитовым, а алевро-пелиты-гнейсам силлиманит-гранат-биотитовым. Иначе говоря, и здесь мы имеем дело с представителями пород трех гранулометрических классов, последовательно сменяющих в разрезе друг-друга.

Из каждого типа пород обеих районов взято по 100 образцов, полуколичественный спектральный анализ которых был проведен Н.П.Сечиной (ЛОПИ). Результаты анализов были пересчитаны на частоты встречаемости элементов и коэффициенты их распространения (Ю.П.Ивенсен, 1966). Исследовалось поведение литофильных (цирконий, барий, стронций, бериллий), халькофильных (медь, свинец, галлий) и сидерофильных (марганец, ванадий, титан, кобальт, никель, хром) элементов. Почти все элементы зафиксированы в количествах, лишь изредка превышающих кларковые уровни.

Анализ распространенности элементов в рифейских и архейских породах различных типов показал, что она увеличивается по мере уменьшения гранулометрического класса первичного материала. Этот вывод подтверждается и анализом изменений частот встречаемости элементов. Полученные выводы позволяют говорить о том, что количественные соотношения

ряда рассеянных элементов в породах различных гранулометрических классов сохраняются и не зависят от степени последующих процессов регионального метаморфизма.

И.Л.Башаркевич

#### ИЗМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ УГЛЕЙ В ЗОНАХ ОКИСЛЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

При окислении углей происходит разрушение как органического вещества, так и минеральных примесей. Поведение различных минеральных включений в зонах окисления углей освещено в литературе (Еремин, Травин). В частности, одним из макропризнаков зоны окисления называют отсутствие в углях включений сульфидов железа и карбонатов, которые разрушаются под воздействием углекислоты и кислорода; металлы при этом в виде растворимых соединений переносятся в нижние части зоны окисления и в неокисленный уголь. Между тем проведенное опробование углей показало, что на некоторых месторождениях, большей частью каменноугольных, в зонах окисленных углей повышается по сравнению с неокисленными содержание окиси кальция, магния и железа. Аналогичные случаи отмечены и другими исследователями (Зикеев, Клейменова и др.). Анализы показали, что в окисленных углях повышается зольность и выход гуминовых кислот, а такие металлы как кальций, магний и железо частично находятся в виде ионных органических соединений. Все это позволяет представить процесс изменения минеральной составляющей углей следующим образом: в окисленный уголь с инфильтрационными водами поступают минеральные вещества, в первую очередь терригенные, чему способствует раздробленность и трещиноватость углей; при этом в составе золы увеличивается содержание двуокиси

кремния и окиси алюминия. С другой стороны, при окислении органического вещества образуются гуминовые кислоты, которые связывают поступающие с водами растворенные металлы в воде гуматов. В результате общее содержание минеральных компонентов в угле возрастает. В зависимости от того, преобладает ли привнос терригена или образование гуматов, состав зол окисленных углей становится более кремнеземисто-глиноземистым или известковистым. Процесс образования гуматов более интенсивен при окислении каменных углей, так как в бурых - металлы уже частично находятся в этой форме; поэтому известковистый состав зол более характерен для окисленных каменных углей.

Е.Т.Бобров

#### ЗАВИСИМОСТЬ ВТОРИЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ ОТ УСЛОВИЙ ИХ НАХОДКИ

Коры выветривания, образованные на различных породах, со временем подвергаются изменениям, которые связаны с условиями их нахождения: обнажены на поверхности или захоронены под толщей различных пород (осадочных, эфузивных и т.д.).

В поверхностных условиях коры выветривания во времени подвергаются значительно меньшим изменениям, чем на глубине. Объясняется это тем, что все твердые тела в том числе и любая порода, находящаяся на поверхности смачивается атмосферными осадками и адсорбирует на себе влагу из воздуха, покрываясь влажной пленкой, но эта влажная пленка не имеет продолжительного контакта с породой, так как ветер и солнце быстро удаляют любую влагу с поверхности породы.

Необходимо иметь в виду, что все атмосферные осадки,

как правило, почти не минерализованы, поэтому представляющего воздействия на породу они почти не оказывают, за исключением случаев, когда происходит образование окислов, которые опять-таки покрывают породу плотной защитной коркой ~~и т.д.~~, предохраняя ее от дальнейшего разложения.

Таким образом в поверхностных условиях химические реакции между породой и атмосферными осадками замедлены и глубокого изменения на породу не оказывают.

Иначе обстоит дело с корами выветривания, погруженными на глубину, где происходит замедленный водообмен и контакт породы с водой более длительный. В этих случаях в зависимости от глубины и геотермического градиента, система "порода-вода" находится в условиях повышенных температур, в результате чего возрастает химическая активность системы, воды минерализуются до насыщенных рассолов. Минерализованные воды (рассолы) являются проводником и возбудителем электрического тока, который обуславливает и ускоряет процессы перераспределение химических элементов в породе.

В зависимости от изменения условий меняется и система, сменяясь она оставляет следы

своей деятельности (реликты), в нашем случае ими являются вторичные изменения, наблюдаемые нами в корах выветривания.

Эти изменения проявляются в шамозитизации, сидеритизации, карбонитизации, сульфидизации, окремнения и т.д. кор выветривания. Разнохарактерность этих изменений зависит от:

- 1) состава и гидродинамического режима вод,
- 2) состава перекрывающих кору выветривания пород,
- 3) эрозионного среза кор выветривания (на какие минеральные зоны коры выветривания ложатся осадочные или излившиеся магматические породы),
- 4) условий, предшествовавших захоронению кор выветривания (были ли развиты болота, озера или на коры выветривания ложились морские осадки).

В.П.Рахманов

#### МАРГАНЦЕВОРУДНЫЕ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ И ИХ ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ

I. Марганцеворудные коры выветривания являются объектом, интересным не только с точки зрения их научного исследования, но и большого промышленного значения. Они широко развиты на всех земных континентах, давая особенно крупные скоп-

ления богатых марганцевых руд на древних платформах и щитах, расположенных в субширотной, экваториальной зоне (марганцевые месторождения Индии, Габона, Ганы, ЮАР, Бразилии и др.). Достоверные запасы марганцевых руд коры выветривания в зарубежных странах составляют от 85 до 90% всех разведанных запасов. Основное количество добываемых товарных марганцевых руд капиталистического мира связано с этим типом марганцевых месторождений.

Небольшие месторождения коры выветривания известны и в Советском Союзе. Разведанные запасы окисленных марганцевых руд, образовавшихся в условиях коры выветривания составляют около 2% от суммы всех учтенных балансом запасов. Отсюда вытекает и ограниченность их практического использования. Окисленные марганцевые руды в настоящее время добываются в нашей стране лишь при попутной добыче других типов марганцевых руд.

2. Обогащенные марганцем коры выветривания в СССР развиты на марганцевых месторождениях и марганценосных породах от архея до четвертичного времени. Их образование происходило в результате глубокого физико-химического изменения первичных руд и вмещающих пород, являющихся либо парагенетическими членами осадочных и вулканогенно-осадоч-

ных формаций, либо магматогенно-гидротермальными образованиеми и появлениями в приповерхностной части выветривающихся месторождений и марганецсодержащих пород минеральных ассоциаций, характеризующихся обилием окисных и гидроокисных соединений марганца. Промышленную ценность при этом, как правило, имеют марганцеворудные концентрации, в виде "марганцевых шляп" - сформированные в поверхностных условиях на месторождениях, содержащих обычно первичные окисные, карбонатные или силикатные марганцевые руды. Экзогенный этап, проявившийся в образовании марганцеворудной коры выветривания, явился конечным в цепи последовательных изменений, наложившихся на первичный марганцевый осадок за длительную историю его развития.

3. При рассмотрении стратиграфического распределения промышленных марганцевых месторождений Советского Союза, приуроченных к различным генетическим типам осадочных марганценосных формаций и количественной оценке содержащихся в них запасов марганцевых руд устанавливается три больших периода-эпохи максимального марганцевого рудонакопления: палеоген-олигоценовая, девонская и кемброрифейская.

Во всех выделенных возрастных интервалах, известны также многочисленные месторождения, содержащие кроме первичных руд окисленные - остаточные марганцевые руды или руды коры выветривания. Например, запасы нижнекембрийского Усинского марганцевого месторождения состоят из 93 млн.т карбонатных и 5.5 млн.т окисленных руд; Караджальское (Фаменское) марганцевое месторождение содержит 55 млн.т окисных и окисно-карбонатных и выше 5 млн.т окисленных руд; на Читатурском олигоценовом месторождении из 220 млн.тонн окисных, окисно-карбонатных и карбонатных

руд около 40 млн.тонн относится к окисленным и т.д.

4. Остаточные и остаточно-инфилтратационные коры выветривания площадного и линейно-трещинного типа могли возникать одновременно на прилегающих друг к другу разновозрастных и литологически различных марганценосных формациях относящихся к терригенной, карбонатной и вулканогенной подгруппам и расположенных в краевых платформенных, субплатформенных, субгеосинклинальных и геосинклинальных областях. При этом в корах устанавливается вертикальная минералогическая зональность. Верхняя зона, как правило, характеризуется скоплением окисных и гидроокисных соединений марганца, иногда железа; в средней - промежуточной, развиваются полускисленные марганцевые руды сохраняются реликты первичных (седиментационно-диагенетических и метаморфических) рудных минералов; нижняя - представлена субстратом неокисленных марганцевых карбонатов, силикатов или окислов.

5. К факторам положительно влияющим на образование марганцево-рудных концентраций в коре выветривания относятся.

а) Геохимические особенности марганца, обусловленные строением его атомов, способностью давать высокий кларк концентрации элемента в зоне гипергенеза путем образования устойчивых минеральных соединений высшей валентности и т.д.

б) Стабильный тектонический режим, выровненные ландшафты (древние щиты и платформы, пенепленизация рельефа и т.д.).

в) Благоприятное структурное положение марганцевых месторождений (поверхностное и близповерхностное расположение рудных пластов, наличие зон трещиноватости и т.д.).

г) Существенное обогащение окисными, карбонатными и силикатными соединениями марганца материнских пород субстрата.

д) Благоприятные климатические условия (жаркий, теплый, и влажный климат, достаточная аэрация, дренирование поверхностными водами и т.д.).

6. Механические продукты разрушения марганцеворудных кор выветривания, представленные минералами группы псиломелана, пиролюзитом и другими, попадая в речную сеть и сезонные водотоки разносятся на большие расстояния, создавая ареальные шлейфы рассеивания, изучая которые можно определить первоисточник сверхкларковых накоплений марганца (марганцевые месторождения). Такие площади, относимые к перспективным, известны в Западной и Восточной Сибири, Красноярском крае, на Дальнем Востоке.

И.Г.Щипакина

#### СИДЕРИТИЗАЦИЯ И ДРУГИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕРХНИХ ЗОН ДОДЕВОНСКИХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Верхняя часть кристаллического фундамента восточной и юго-восточной части Русской платформы почти повсеместно представляет собой древнюю кору выветривания.

В скважинах, расположенных в северо-восточной части Жигулевского свода древняя кора выветривания развита на биотит-плагиоклазовых, пироксен-биотитовых и амфибол-биотитовых гнейсах. В коре выветривания в зависимости от состава пород выделяются следующие зоны: начальной дезинтеграции, монтмориллонит-гидрослюдистая или гидрослюдистая, каолинитовая с окислами и гидроокислами железа.

В некоторых разрезах кор выветривания в верхних частях каолинитовой с окислами и гидроокислами железа

зоны отмечается присутствие шамозита, сидерита, пирита и кальцита. Присутствие этих минералов указывает на то, что эта часть коры выветривания подверглась переработке в восстановительных условиях под воздействием застойных минерализованных термальных вод песчано-глинистых и карбонатных пород среднего и верхнего девона, перекрывающих древнюю кору выветривания.

Глубина залегания коры выветривания в северо-восточной части Жигулевского свода выше 2000 м, а в зоне соединения свода с Сергиевско-Абдулинской впадиной около 3500 м и более.

На глубине 2000 м и более воды, по данным Щербакова А.В., сульфатно-хлоридно-натриевые, хлоридно-натриево-кальциевые с минерализацией 200–300 мг/л, температурой от 25° до 50–100° и pH до 9. Воды часто содержат сероводород, генетически связанный с битуминозными и нефтяными породами.

Процессы эпигенеза наиболее интенсивно проявляются именно под воздействием застойных термальных вод, не имеющих активного водообмена, что характерно для впадин и депрессий фундамента.

Рельеф фундамента северо-восточной части Жигулевского свода к моменту отложения девонских осадков был довольно расчлененным. Существование локальных выступов фундамента привело к тому, что отложение осадков происходило в первую очередь в депрессиях фундамента.

В процессе накопления осадков формировались застойные минерализованные термальные воды, которые и изменяли верхние зоны древней коры выветривания.

М.М.Ипатов, И.С.Кудеяров, А.Б.Шеко

## ИЗМЕНЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В НИЖНЕТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В пределах северной части Московской синеклизы нижнетриасовые отложения образуют две серии: ветлужскую серию индского яруса, к которой относится большая часть отложений, и баскунчакскую серию олекминского яруса.

Разрез отложений обеих серий представлен континентальными озерно-аллювиальными фациями, в которых выделяется несколько (3-5) ритмически построенных пачек, сложенных последовательно сменяющимися к верху песчаниками, алевролитами и глинами. Чаще всего в разрезах преобладают пестроцветные глины.

Глинистые минералы на данной территории стали изучаться недавно (Ерофеев-Шак, Лазовский, 1967; Блом, 1968, Котельников, 1970). Исследования проводились на ограниченном материале и не всегда полностью отображали существующую картину.

Проведенные нами исследования глин по всему разрезу и на большой территории позволили существенно уточнить наши представления о глинистых минералах и сделать ряд интересных выводов.

Типичная ассоциация глинистых минералов для нижнего триаса представлена хлоритом, гидрослюдой, монтмориллонитом, смешанно-слойным минералом гидрослюда-смектитового состава. Для многих разрезов ветлужской серии характерен пальгорскит, который в отложениях баскунчакской серии отсутствует. Глинистые минералы ветлужской серии образуют четко выраженные зоны (зона гидрослюд, пальгорскита и т.д.), которые в свою очередь группируются в чередующиеся между собой отдельные ритмы.

Ритмичное чередование глинистых минералов не совпадает с ритмическим строением самой толщи нижнетриасовых отложений. Оно более позднее по времени и связано с вторичным изменением пород. В течение всего ветлужского века глинистые минералы переходят из одного вида в другой. Первоначально сносившиеся в ветлужский бассейн глинистые минералы: биотит, гидрослюда, хлорит и монтмориллонит подвергались дальнейшему преобразованию. Гидрослюда превращалась в смешанно-слойный минерал гидрослюда-смектитового состава, биотит - в хлорит, монтмориллонит в пальгорскит. Последний обнаружен нами в отложениях ветлужской серии на большой территории и по всему разрезу, причем не только в прямой связи с "древними погребенными почвами", как это доказывает Г.И.Блом (1968), но и вне этой зависимости. Как представляется образование пальгорскита происходило в зоне выветривания на возвышенных участках, находящихся выше уреза воды и почти лишенных растительности. Частую приуроченность пальгорскита к "древним почвам" следует объяснить совместным развитием процессов почвообразования и выветривания в условиях засушливого климата ветлужского века, а также вторичной карбонатизацией пород. Высвобождавшиеся при этом ионы магния могли способствовать преобразованию монтмориллонита в пальгорскит.

В.Е.Каждан

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МИНЕРАЛЬНОГО ПАРАГЕНЕЗА МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОЙ ПРИБАЛТИКИ

Для выяснения условий формирования песчано-алевритовых пород мела Южной Прибалтики был применен метод парагенетических ассоциаций. Изучаемые породы оказались охарактеризованными некоторыми важными особенностями, давшими новую информацию об их генезисе. Они выявлены: а) ана-

лизом парагенетических соотношений породообразующих и акцессорных минералов, усложненных мономинеральным составом изучаемых песчаных пород; б) анализом парагенетических соотношений обломочных минералов и тонкодисперсного глинистого вещества.

Анализ терригенных накоплений различных климатических и тектонических зон показал, что существуют, по крайней мере, пять семейств терригенных пород, которые различаются известными закономерностями в соотношениях составов обломочного материала и сопутствующих минералов глин. Изученные меловые терригенные отложения Южной Прибалтики относятся к семейству мономинеральных кварцевых песчаников, формирование которых шло за счет переотложения материалов кор выветривания. Спутником таких мономинеральных кварцевых пород является каолинит, представляющий собой минерал-индикатор этого семейства. В меловых отложениях Южной Прибалтики каолинит не встречен.

Основными глинистыми минералами, проходящими через все фациальные типы пород, являются: монтмориллонит, диоктаэдрическая гидрослюдя типа II, постоянно сопровождающая в небольших количествах монтмориллониты и аутигенный глауконит. Из неглинистых минералов постоянным спутником является аутигенный цеолит гейландиновой группы.

Формирования данного парагенеза минералов может происходить при наличии свежего силикатного материала, способного вызвать интенсивное минералообразование в диагенезе. Можно предположить, что такое несходство парагенеза обломочной и тонкодисперсной ассоциаций может быть связано с поступлением в бассейн седиментации тонкодисперсного пеплового материала.

Не предрешая окончательно интерпретации генезиса своеобразного терригенного семейства ассоциации кварцевого песчаника с монтмориллонитом и глауконитом следует подчеркнуть большой принципиальный интерес, вызываемый этой разнотипной ассоциацией: глубоко инертного обломочного материала и богатой новообразованиями тонкодисперсной части пород.

Ю.С.Куцев

#### О МИКРОСТРУКТУРАХ ТЕРИГЕННЫХ ПОРОД, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ЭПИГЕНЕЗЕ И МЕТАМОРФИЗМЕ

Как известно, осадочные породы при их эпигенических изменениях не сразу становятся породами метаморфическими. Процесс перехода одних в другие отличается постепенностью. Это и является основной причиной некоторых расхождений между исследователями в вопросе проведения границы между эпигенезом и метаморфизмом.

Отнесения той или иной породы к стадии эпигенеза или к стадии метаморфизма может дать, по мнению автора, расшифровка происхождения характерных микроструктур. Ниже дается описание происхождения двух, похожих друг на друга, но характерных для различных стадий изменения терригенных пород структур, стилолитовой и зубчатозернистой. Первая характерна для стадии эпигенеза, вторая - характеризует переход к метаморфизму. Изложение начнем с более сложной зубчатозернистой структуры.

При катастических процессах фрагменты пород, а также более мелкие зерна испытывают вращательные движения. Об этом свидетельствует часто округлая форма фрагментов и зерен, а также изгибы двойников в зернах карбонатных пород.

На площадях проявления глубокого эпигенеза и регио-

нального метаморфизма в условиях слабого, но действующего продолжительное время одностороннего давления сравнительно слабо скементированные терригенные породы отвечают на давление поворотами минеральных зерен друг относительно друга. Во время поворотов, там, где регенерированные зерна соприкасаются друг с другом, на стыках зерен образуются более мелкие зерна – результат трения одного зерна о другое, результат межзерновой грануляции. Поскольку не все зерна вращаются одновременно, в условиях присутствия растворов мелкие зерна, находящиеся в состоянии покоя, прирастают к крупным. В первую очередь, при этом, срастаются зерна с одинаковой оптической ориентировкой. В результате того, что к крупным зернам прирастают не все, а лишь одинаково оптически ориентированные мелкие зерна и образуется извилистая зубчатая граница между зернами.

Стилолитовая структура отличается проникновением остроконечных (мечевидных) отростков одного зерна в другое. Остроконечные отростки при этом в общем параллельны между собою даже в пределах нескольких соседних зерен. Параллельность стилолитов между собою свидетельствует о направленном движении растворов на площади рассматриваемого участка породы.

При сравнении стилолитовой и зубчатозернистой структуры выясняется, что первая образуется в условиях давления вышележащих толщ при участии направленного движения подземных вод, а вторая – в условиях повышенного одностороннего давления и при участии водных растворов различного происхождения.

Разница между обеими структурами заключается в том, что зубчатозернистая структура возникает при вращении зерен относительно друг друга, а стилолитовая структура об-

разуется в условиях относительного покоя. Водные растворы принимают участие в формировании и первой и второй структуры.

Присутствие в породе зубчатозернистой, а также связанной с нею структуры межзерновой грануляции (Куцев, 1972) свидетельствует о происходящих в породе метаморфических изменениях.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.		
<b><u>Бокситы</u></b>			
Е.Т.Бобров. Вторичные изменения бокситов.....	2	Л.П.Листова. О физико-химических условиях миграции и осаждения меди, свинца и цинка	19
Н.К.Трубина. Эпигенетические процессы в нижнекаменноугольных отложений Припятского прогиба.....	4	Г.П.Бондаренко. Влияние гумусовых кислот и фульвокислот на миграцию и осаждение меди, свинца и цинка по экспериментальным данным.....	21
Ф.С.Ульмасвай. Вторичные изменения бокситовых пород Северо-Онежского района....	5		
<b><u>Марганцевые и железные руды</u></b>			
Е.М.Грибов. Карбонатные марганцевые руды и вмещающие породы Западного Приуралья и их вторичные изменения (на примере Улутелянского месторождения).....	6	Т.И.Бузырева, А.А.Степанов. Вторичные изменения титановых минералов в древних россыпях Южного Урала.....	26
Е.М.Грибов. Вторичные изменения марганцевых руд и вмещающих пород в месторождениях Зеравшанского хребта	7	И.П.Новицкий. Вторичные изменения рифейских отложений и рудных концентраций титана Канино-Тиманской зоны	27
Е.М.Грибов, Ю.А.Ходак. Вторичные изменения полиметаллических и железо-марганцевых руд и вмещающих пород Каражальской формации Центрального Казахстана	9	Н.Э.Гернгардт, Е.Д.Надеждина. Вторичные изменения минералов в древних титановых россыпях Тимана.....	28
Е.М.Харлова. Вторичные изменения марганцевых руд Прибайкалья.....	12		
А.А.Степанов. Вторичные изменения железных руд Малого Хингана.....	15		
Ю.А.Ходак. Вторичные изменения пород и руд, выделение зон эпигенеза и метаморфизма.....	15		
<b><u>Медные и полиметаллические руды</u></b>			
А.М.Лурье. Стадии минералообразования в месторождениях типа медистых песчаников		Л.И.Горбунова. Постседиментационные изменения фосфоритоносных отложений нижнего ордовика Прибалтики.....	30
		В.И.Фоминский. Вторичные изменения мезозойских фосфоритов центральной части Русской платформы.....	32
		В.И.Фоминский. Фосфориты Горной Шории и их вторичные изменения.....	34

### Карбонатные породы

М.С.Пичугин. Формы вторичной доломитизации в карбонатных породах Русской платформы	36
М.А.Андранинов. О некоторых вторичных изменениях в карбонатных породах ордовика Прибалтики.....	38

### Германия

Ю.П.Костин, А.М.Лурье, В.М.Витовтова, И.Г.Шарова. К вопросу о концентрации и перераспределении германия в органическом веществе торфов и ископаемых углей..	40
А.М.Лурье, Ю.П.Костин, М.М.Альтгаузен. Некоторые генетические особенности изменений пород угленосной толщи одного из германоугольных месторождений.....	42
Г.А.Беллер. К вопросу геохимических изменений в метаморфизованных породах.....	44

### Угли

И.Л.Башаркевич. Изменения минеральной составляющей углей в зонах окисления угольных пластов.....	46
--	----

### Коры выветривания и глины

Е.Т.Бобров. Зависимость вторичных изменений в корах выветривания от условий их нахождения.....	47
В.П.Рахманов. Марганцеворудные коры выветривания и их поисковое значение.....	49

И.Г.Щипакина. Сидеритизация и другие изменения верхних зон додевонских кор выветривания

Русской платформы.....

58

М.М.Ипатов, И.С.Кудяров, А.Б.Шеко. Изменения глинистых минералов в нижнетриасовых отложениях северной части Русской платформы.....

55

В.Е.Каждан. Об особенностях минерального парагенеза меловых отложений южной Прибалтики.....

56

Ю.С.Кузев. О микроструктурах терригенных пород, возникающих при эпигенезе и метаморфизме.....

58